

アルカリ土壌の緑化利用に関する研究 Studies on Improvement of Salinity Soil for Re-vegetation Use

○杉本 英夫* 小宮 英孝*
Hideo Sugimoto Hidetaka Komiya

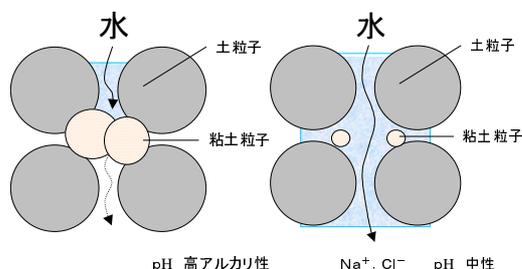
1. はじめに

海を埋め立てた地盤を掘削するときの建設発生土（以下 発生土）は、塩分を多量に含んでいたり、pH8.5 以上の高アルカリ性を呈することがある。この原因は、埋立て時に海水の成分が混じるためである。塩分の中で、塩素やナトリウムなどが含まれると、植物の生育が阻害されるので、除塩など土壌改良が必要となる。埋立て時に山砂のような砂質土が用いられていると、発生土は良質な土木資材に利用できるが、一部には海底の土が混じるため、その品質が安定しない。砂質土であっても透水性が悪く、盛土すると降水後に水溜まりができ、植物の生育が不良となるなど問題が発生し、土壌改良が難しい場合があった。

ここでは、海面埋立地の再開発に伴う発生土の特性を調べ、当社で開発した高アルカリ土の有効利用技術¹⁾のノウハウを生かした発生土の土壌改良方法について、述べる。

2. 土壌改良方法の概要

土壌改良方法は、特殊肥料を利用して発生土の塩分を短期間に除くことである。特殊肥料は、その緩衝作用で土のpHを安定させて、高い透水性を保つ効果がある。図1に、改良時の間隙水の移動イメージを示す。特殊肥料の影響で、発生土の粘土粒子の膨潤を抑え、水が間隙を縦横に移動できるので、アルカリ成分を土から排除できるため、pHおよびEC（電気伝導度）は低下する。



特殊肥料無し 特殊肥料有り

図1 間隙水の移動イメージ

Fig.1 Concept of Flow on Pore Water

発生土の透水性が悪くなるメカニズムは、次のように考える。海水の影響があると、発生土は塩素とナトリウムをほぼ同量含み、中性～弱アルカリ性である。除塩の過程で、塩素が排除されると、土のナトリウム濃度が相対的に高くなり、アルカリ性になる。その条件では、粘土粒子が分散的な状態になる。そのため、粘土粒子が土の間隙を詰めたような状態となり、水の移動が制限されるので、透水性が悪くなる。特に、粘土粒子が高膨潤性の鉱物の場合、間隙水の塩類濃度が低下すると、粘土鉱物が膨潤状態になるため、砂質土でも除塩が困難になる。

3. 発生土の物理化学的性状

3.1 肥沃性

(1) 試験方法

表-1に示す。粒度分布、真比重、pH、EC（電気伝導度）、陽イオン交換容量（CEC）、交換性陽イオン（カルシウム Ca、マグネシウム Mg、ナトリウム Na、カリウム K）、構成鉱物を測定した。試料は、東京湾の海面埋立地の発生土である。

表-1 試験方法

Table 1 Method of Analysis for Soil Condition

| | |
|----------------------|------------------------------------|
| ・粒度分布 | JSA1204 比重法(分級剤:ヘキサメタリン酸ソーダ) |
| ・真比重 | JSA1202 ピクノメーター法 |
| ・pH | 土:純水=1:5, pH ガラス電極法 |
| ・EC | 土:純水=1:5, EC 電極法 |
| ・陽イオン交換容量(CEC) | 1M酢酸アンモニウム浸出液, インドフェノール法 |
| ・交換性陽イオン(Ca/Mg/Na/K) | 1M酢酸アンモニウム浸出液, 原子吸光法 |
| ・構成鉱物 | X線回折, 定方並法(粒径0.12mm以下 エチレングリコール処理) |

(2) 試験結果

表-2に結果を示す。土性はLS、真比重2.68、pH8.8、EC1.0dS・m⁻¹の高アルカリ性、高塩類濃度であった。そして、ナトリウム飽和度が高く、海水の影響を受けていると判断された。構成鉱物は、石英、長石、角閃石、雲母粘土鉱物、スメクタイト、ギブサムを確認した。エチレングリコール処理のX線回折より、スメクタイトはナトリウム型の特徴を示した。この結果、発生土は、粒度が整った砂質土で、養分に富み、保肥性が高く、膨潤性の粘土粒子を含むことが分かった。

(株)大林組技術研究所都市・居住環境研究室* Obayashi Corporation Technical Research Institute Urban and Indoor Environment Department, 緑化, アルカリ土壌, 粘土鉱物, 透水係数, 建設発生土

3.2 透水性と浸透液の成分

(1) 試験方法

試料は、105 の乾燥炉に1昼夜置いて乾燥処理したものと未処理を用いた。サンプラー(100mL)に土を詰め、変水位試験器を使い、1回の水量100mLで測定した。浸透液は、pH、EC、水溶性イオン(ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、塩素、リン酸)を測定した。水溶性イオンの分析は、原子吸光法、チオシアン酸銀吸光法、オートアナライザーを用いた。

(2) 試験結果

結果を図-2に示す。乾燥処理の条件は、透水回数が増すとともに、浸透液のpHが弱アルカリ性からpH9.5の強アルカリ性に変化した。イオンの主成分は、1回~4回はナトリウムと塩素で、それ以降はナトリウムとなった。透水10回で透水係数 $1.2 \times 10^{-4} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示した。未処理の条件は、透水回数3回で $5.7 \times 10^{-7} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示し、透水性が極端に悪化した。イオンの成分は、乾燥処理と同じ傾向であった。

この結果より、粘土粒子が膨潤性を失えば、透水性の低下を抑えられるが、土がアルカリ性になることが分かった。

表-2 発生土の肥沃性

Table 2 Condition of Soil Physical & Chemical Properties

| 砂 2-0.02mm | シルト 0.02-0.002mm | 粘土 <0.002mm | 土性 | 礫含有率 | 50%粒径 (D ₅₀) | 10%粒径 (D ₁₀) | 均等係数 | 真比重 | 透水係数*1 | 透水係数*2 |
|---------------|---------------------|----------------|----|------|-----------------------------|-----------------------------|------|------|-------------------|-------------------|
| % | % | % | - | % | mm | mm | - | - | m·s ⁻¹ | m·s ⁻¹ |
| 86 | 5 | 5 | LS | 4 | 0.158 | 0.025 | 7 | 2.68 | 8.9E-03 | 9.4E-04 |

*1: Seeheim式の透水係数 $k=35.7d^2 \cdot 100$ d=平均径mm 平均径は、D₅₀とした。
 *2: Hazen式の透水係数 $k=CD_{10}^2 \cdot 100$ D₁₀は有効径(cm) 係数Cは、粒径が整った砂の150とした。

| pH | EC | CEC | 交換性陽イオン | | | | 塩基飽和度 | ナトリウム飽和度 ESP |
|-----|--------------------|------------------------|------------------------|----|---|----|-------|--------------|
| | | | Ca | Mg | K | Na | | |
| - | dS·m ⁻¹ | cmolc·kg ⁻¹ | cmolc·kg ⁻¹ | | | | % | % |
| 8.8 | 1.03 | 17 | 7 | 5 | 1 | 8 | 126 | 47 |

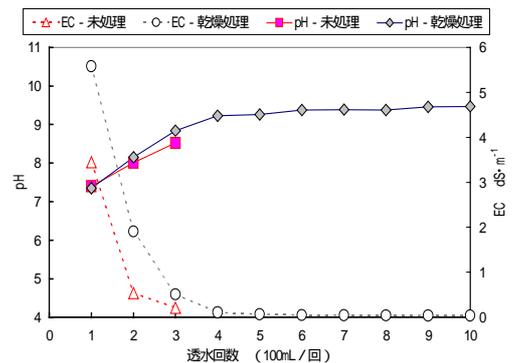


図-2 透水回数とpH・ECの関係
Fig. 2 pH and EC of Percolation Water

4. 土壌改良材混合後の透水性

(1) 試験方法

試料は、未処理の発生土に対し、土壌改良材として特殊肥料1% (W/W)、真珠岩系パーライト(粒径1.5~5mm相当品)5%および15% (V/V)をそれぞれ混合して、試験に供した。試験では、試料を内径10cm、長さ12cmの透水容器に詰める際、3層/10回(ランマ2.5kg)で締固めた。測定は、JIS A1218の定水位透水試験器を使い、1回の透水量を1Lとして、繰返し7回行った。浸透液の成分は、pHとECを測定した。

(2) 試験結果

結果を図-3に示す。特殊肥料の条件は、透水係数 $7 \sim 8 \times 10^{-6} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ と安定していた。浸透液は、pH7~7.5の中性を示した。パーライト混合15%の条件では、透水係数 $1 \sim 2 \times 10^{-6} \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ を示し、特殊肥料の条件に比べて透水性が悪くなった。浸透液は、pH7.6~8.1のアルカリ性を示した。対照は、透水性が悪くなるとともに、浸透液がアルカリ性になった。この結果より、pHを中性に維持すれば、透水性は高い状態で安定することが分かった。

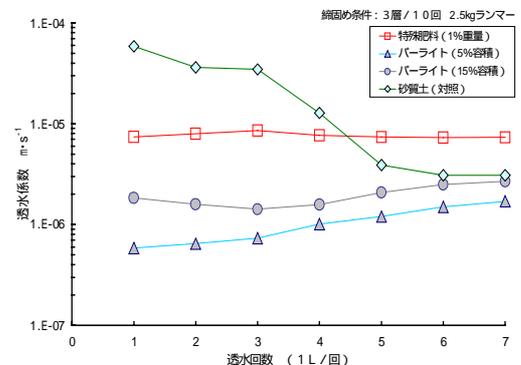


図-3 土壌改良材混合後の透水性
Fig. 3 Percolation Rate of Improved Soil

5. まとめ

物理化学的性状を調べた結果、発生土は膨潤性の粘土鉱物が含まれていること、除塩が進むとアルカリ性になること、それが原因で透水性が悪くなることが分かった。そこで、特殊な土壌改良材でpHを中性にすれば、透水性を改良できることが分かった。今後は、この成果をアルカリ土壌改良に用いて、建設発生土の利用促進や工事現場のゼロエミッションの実現に努力していきたい。

<参考文献>

- 1) 杉本, 伊藤, 小宮: セメント混合土の緑化利用に関する研究, 農土学会, 平成15年度農土学会講演会要旨, p.876~877, (2003)